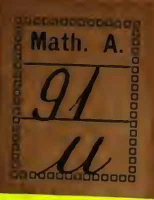


Grashof



Redtenbacher's Wirken

zur wissenschaftlichen Ausbildung des Maschinenbaues

[illegible]

Denkmale

FERDINAND REDTENBACHER'S

[illegible]

[illegible]

HEIDELBERG
[illegible]

Redtenbacher's Wirken

zur wissenschaftlichen Ausbildung des Maschinenbaues.

Fest-Rede zur Enthüllungs-Feier

des

Denkmals

FERDINAND REDTENBACHER'S

am 2. Juni 1866

gehalten

von

Dr. **F. Grashof,**

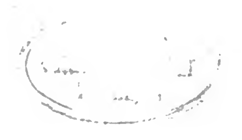
Professor an der Polytechnischen Schule in Carlsruhe.

HEIDELBERG.
Verlagsbuchhandlung von Fr. Bassermann.
1866.

Bemerkung.

Bei dem mündlichen Vortrage dieser Rede am 2. Juni 1866 wurden einige Kürzungen für angemessen gehalten; der nachfolgende Abdruck gibt sie vollständig wieder, so wie sie ursprünglich niedergeschrieben wurde.





Durchlauchtigste, hochansehnliche Versammlung!

Es ist mir der ehrenvolle Auftrag zu Theil geworden, unsere heutige Feier der Enthüllung des durch die Liebe seiner Schüler und Freunde errichteten Denkmals Ferdinand Redtenbacher's einzuleiten durch eine Gedächtnissrede von eben der Stelle aus, von welcher an einen grossen Kreis lauschender Zuhörer das lebendige Wort des ausgezeichneten Lehrers in seinen letzten Lebensjahren gerichtet wurde. Indem gerade mir dieser Auftrag zufiel, der ich, zur Nachfolge Redtenbacher's für einen wesentlichen Theil des von ihm an unserer Schule seinem ganzen Umfange nach vertreten gewesenen Maschinenbaufachs berufen, ihn doch persönlich zu kennen nicht das Glück hatte, wollen Sie von mir keine umfassende Schilderung des Mannes in seiner ganzen Eigenthümlichkeit, in seiner ganzen Bedeutung als Mensch, als Lehrer und als Förderer der Wissenschaft zugleich erwarten. Selbst über die Hauptmomente seines äusseren Lebensganges, insoweit sie nicht mit dem besonderen Zwecke meines Vortrags in wesentlichem Zusammenhange stehen, lassen Sie mich hinweggehen; ich könnte nur wiederholen, was anderweitig bekannt geworden ist. Alle diese Momente sind mehr oder weniger von vorüber-

gehendem oder auf einen kleineren Kreis beschränktem Interesse; selbst jene hervorragende Eigenthümlichkeit der persönlichen Erscheinung, jene Energie des Charakters, jener lebhafte Sinn für alles Grosse, Edle und Schöne, welchen der Mann der mathematischen und realen Wissenschaften nach den verschiedensten Richtungen menschlichen Strebens in den Gebieten der Philosophie, Geschichte, Literatur und besonders der Kunst mit theilweise ausgesprochenem Talent selbst für eigenes Schaffen bethätigte, alle diese ausgezeichneten Eigenschaften mögen zwar mit Recht eine hervorragende Stelle einnehmen in der Erinnerung der Zeitgenossen, welche in persönlichem Verkehr ihm nahe standen, aber, was weit über das lebende Geschlecht hinaus fortleben wird zu den fernsten Zeiten, das sind **Redtenbacher's Verdienste um die wissenschaftliche Begründung des Maschinenbaues** als seine eigentliche Lebensaufgabe. Nur diese in allgemeinen Zügen zu schildern, will ich hier versuchen.

Um dieselben recht zu würdigen, muss man sich den Zustand vergegenwärtigen, in welchem der Maschinenbau und die Mittel zur Ausbildung für ihn zu der Zeit sich befanden, als Redtenbacher seine Studien betrieb, und selbst noch damals, als er seine Lehrthätigkeit begann. Als nach dem Sturze des ersten Napoleon und mit ihm des Continentalsystems England den deutschen Markt mit seinen industriellen Erzeugnissen überschwemmte und den Wohlstand ganzer Districte, denen die alte deutsche Hausindustrie einen zwar nothdürftigen, doch ziemlich sicheren Unterhalt gewährt hatte, an den Rand des Ab-

grundes brachte, da trieb die Noth zur Thätigkeit. Der Maschinenbau war inzwischen in England zu einem Grade der Ausbildung gelangt, der eine Concurrenz der Hausindustrie höchstens nur noch zeitweise und mit Hülfe hoher Schutzzölle als möglich erscheinen liess; eine durchgreifende Abwehr des drohenden wirthschaftlichen Ruins liess sich aber nur davon erwarten, dass wir mit gleichen Waffen des unaufhaltsamen Fortschritts kämpften, dass auch wir eine deutsche Grossindustrie in's Leben zu rufen und Handel und Verkehr durch Beseitigung zunächst der inneren Zollschranken zu entfesseln strebten. Vor Allem musste die in humanistischen Studien und in Beamtenkreisen einseitig repräsentirte Intelligenz jenen wirthschaftlichen Interessen zugewendet, es musste der Vorsprung, den das Ausland und namentlich England in seiner wirthschaftlichen Entwickelung gewonnen hatte, einzuholen gesucht werden dadurch, dass wir durch höhere Intelligenz unserer Techniker, durch eine wissenschaftlichere Begründung der Technik ersetzten, was an materiellen Hülfsmitteln in mancher Hinsicht uns abging. So einleuchtend diese Erwägungen, gerechtfertigt durch die inzwischen errungenen Erfolge, heute uns erscheinen, so lange dauerte es, bis sie in den zwei Decennien nach 1815 allmählig selbst bei dem gebildeten Theile des deutschen Volkes sich Bahn brachen, welcher noch vielfach weit davon entfernt war, Handel und Industrie in ihrer vorwärts treibenden, umgestaltenden Kraft zu begreifen, sie als wesentlichste Hebel des Nationalwohls und der Nationalkraft zu würdigen.

Aber selbst als die deutsche Grossindustrie schon vielfach zu hoffnungsvollem Leben sich zu entwickeln angefangen hatte, war ihre Existenz noch lange Zeit unsicher und unselbständig, weil ihr Lebenselement, die nöthigen Maschinen noch grossentheils aus dem Auslande bezogen und selbst englischen Technikern nicht selten Einrichtung und Leitung der Anlagen anvertraut werden mussten; festen Boden gewann der deutsche Maschinenbau erst durch den Bau des deutschen Eisenbahnnetzes und dessen Rückwirkung auf die verschiedensten Zweige der Technik, besonders auf Bergbau und Hüttenbetrieb zur Beschaffung von Kohle und Eisen. Jene zuvor ungeahnte, ja theilweise sich überstürzende industrielle Entwickelung, wie sie durch weitere zwei Decennien mehr oder weniger unmittelbar durch die mit Anspannung aller Kräfte durchgeführte fundamentale Anlage unseres Eisenbahnnetzes bedingt wurde, nachdem zu Ende des Jahres 1835 zum ersten Male ein von der Locomotive gezogener Wagenzug auf deutschem Boden sich bewegt hatte, jene Entwickelungsperiode wird in ihrer umgestaltenden Gewaltigkeit kaum je ihres Gleichen wieder finden, und gerade diese Zeit war es, in welche Redtenbacher's intensivstes Wirken eingriff! Welche Anregung für einen Geist von seiner Anlage, aber auch welche Aufgabe, den bisher meist nur empirisch betriebenen Maschinenbau den so hoch gesteigerten Ansprüchen entsprechend wissenschaftlich fast neu zu begründen, welche Aufgabe, das Missverhältniss auszugleichen zwischen der Grossartigkeit der neuen Ziele und der dürftigen wissenschaftlichen Ausbildung

der Techniker, die denselben plötzlich sich gegenüber gestellt sahen!

Hier muss ich Sie bitten, zur Ergänzung der Skizze äusserer Verhältnisse, in denen Redtenbacher's Bildung und Wirken wurzelte, mir einen Augenblick zu folgen zu einer flüchtigen Uebersicht der Entwickelung des höheren technischen Unterrichtswesens während der so eben besprochenen Entwickelungsperiode technischer Praxis. Als Redtenbacher 1825—29 am polytechnischen Institut und an der Universität in Wien seine Studien betrieb, welche er während der darauf folgenden vierjährigen Periode als Assistent für Mechanik und Maschinenlehre an jenem Institut durch Privatstudium, vielfach angeregt durch den Verkehr mit seinen Lehrern und in anderen wissenschaftlich gebildeten Kreisen, ergänzte, waren polytechnische Schulen in dem Sinne, den wir heute damit verbinden, noch kaum vorhanden. Ausser dem 1815 gegründeten polytechnischen Institut in Wien und der schon 1806 eröffneten polytechnischen Schule in Prag bestand seit 1821 das Gewerbe-Institut in Berlin, seit 1825 unsere Carlsruher Schule, hervorgegangen aus der Vereinigung einzelner Schulen, die in eine noch frühere Zeit zurückreichen. In Dresden erhielt die 1828 als sogenannte technische Bildungsanstalt eröffnete Schule nach verschiedenen Aenderungen und Ergänzungen erst 1851 den Charakter und Namen einer polytechnischen Schule, die in Hannover seit 1831 bestandene höhere Gewerbeschule wurde eine polytechnische Schule im Jahre 1847. In Bayern wurden 1827 in München, 1829 in

Nürnberg, 1833 in Augsburg höhere technische Schulen mit freilich beschränkten Zielen eröffnet, indem ihre Vereinigung zu einem Polytechnikum bekanntlich erst jetzt im Werke ist. Endlich datirt die Stuttgarter polytechnische Schule als solche vom Jahre 1840, das eidgenössische Polytechnikum in Zürich von 1855.

Was das Ausland betrifft, so sind in Belgien seit 1835 höhere technische Schulen in Lüttich und Gent entstanden. In Frankreich war zwar schon 1794 die durch ihre ausgezeichneten Lehrkräfte und ihre streng wissenschaftliche Richtung berühmte polytechnische Schule zu Paris gegründet worden als gemeinsame Grundlage der daran sich anschliessenden, ganz selbständig getrennten Fachschulen für das Militär- und Civil-Ingenieurwesen, für Bergbau und für Hüttenbetrieb; indessen hatte man dabei lediglich den höheren technischen Staatsdienst im Auge. Zur höheren Ausbildung von Technikern für die Privat-Industrie, insbesondere für Maschinenbau, ist dort bisher durch den Staat nicht mehr gethan worden, als dass die einzige derartige höhere Lehranstalt, die 1829 von einem Privatmanne gegründete Centralschule für Kunst und Gewerbe, im Jahre 1857 von der Regierung übernommen wurde. Erst neuerdings haben die deutschen Leistungen auf den Gebieten der technischen Literatur und Praxis, in höherem Grade als seither beachtet in Folge der erweiterten Handels- und Verkehrsbeziehungen, bei unseren Nachbarn die Einsicht hervorgerufen, dass sie im technischen Unterrichtswesen nicht ohne Gefahr hinter Deutschland zurückgeblieben sind; indem sie eben jetzt

auf Grund sorgfältiger Kenntnissnahme von unseren deutschen Schulen das Versäumte nachzuholen bestrebt sind, haben wir einen Sporn darin zu suchen, das erlangte Uebergewicht nach Kräften zu wahren.

Blicken wir endlich nach England, dem Geburtslande der Maschinen-Industrie, so finden wir uns überrascht, selbst heute vergebens nach einem systematischen wissenschaftlich-technischen Schulunterrichte in unserem Sinne zu suchen. Die Regierung, in Uebereinstimmung mit dem Parlament und den Anschauungen des Volkes, hält sich grundsätzlich von fast jeder directen Einwirkung darauf fern; der Ingenieur und Techniker überhaupt findet seine Ausbildung vorwiegend durch unmittelbare Einführung in das gewählte Fach unter Leitung eines Technikers von Ruf, gewissermassen als Jünger im Gefolge des Meisters, und indem er von vorn herein mit der ganzen Kraft seiner natürlichen Energie und Intelligenz auf eine Specialität sich zu werfen pflegt, findet er seine Stärke in der staunenswerthen Sicherheit, mit welcher er diese einseitige Richtung nach überkommenen Regeln verfolgt oder bei Neuerungen durch sein ausgebildetes praktisches Gefühl und seinen kühnen Unternehmungsgeist sich leiten lässt. Wenn indessen unter solchen Umständen die englische Technik in so mancher Hinsicht noch heute uns als Muster gelten darf, so ist es doch nächst ihrem noch fortwirkenden Vorsprunge früherer Entwickelung wesentlich nur den reichen Hülfsquellen des Landes und der vortrefflichen Anlage des englischen Volks zu danken, und es beginnen intelligente Männer selbst in England einzu-

sehen, dass in Anbetracht der sich mehr und mehr vollziehenden gegenseitigen Durchdringung von Wissenschaft und Praxis das Uebergewicht englischer Technik in mancher Beziehung Gefahr läuft überholt zu werden, wenn sie nicht von ihrer empirischen auf eine mehr wissenschaftliche Grundlage hinübergeführt wird. Waren es bis vor 30 Jahren englische Techniker, denen wir die Einrichtung und den Betrieb unserer jungen Maschinen-Industrie überlassen mussten, so sehen wir heute vielfach deutsche, auf unseren polytechnischen Schulen gebildete Techniker als Constructeure und Dirigenten industrieller Etablissements in England thätig, um durch ihre wissenschaftliche Bildung englischem Capital und der Tüchtigkeit englischer Arbeiter die Richtung zu geben.

Wenn ich indessen bei diesem Ueberblick der polytechnischen Schulen Europa's, wodurch ich dieselben, insoweit sie die Privat-Industrie im Auge haben, in ihrem recht eigentlich deutschen Ursprunge und in ihrer hohen Bedeutung gerade für unsere vaterländische Industrie hervorheben wollte, wenn ich dabei schon näher auf ihre Erfolge hingedeutet habe, an denen Redtenbacher's Wirken einen so hervorragenden Antheil hat, so habe ich dem Gange meiner Darstellung vorgegriffen. Versetzen wir uns zurück in den Zustand des technischen Unterrichts zur Zeit, als Redtenbacher in Wien studirte, so finden wir seine so eben angedeutete Entwickelung noch kaum in den ersten Keimen begonnen. Was damals dem Studirenden des Maschinenbaufachs an mathematischer und naturwissenschaftlicher Bildung geboten wurde, war im

Allgemeinen zwar wohl den Verhältnissen und Erfordernissen entsprechend; dagegen fehlte fast ganz die Vermittlung zwischen diesen Wissenschaften und dem Fache selbst, es war zumeist dem Studirenden überlassen, die erlangten wissenschaftlichen Kenntnisse in der Folge durch Anwendung zu verwerthen, eine Anleitung dazu aber wurde kaum gegeben; der Maschinenbau war noch eine vorwiegend beschreibende Wissenschaft. Kein Wunder, wenn unter solchen Umständen der Werth wissenschaftlicher Bildung für den technischen Beruf noch nicht die gebührende Anerkennung fand, wenn in dem missverständlichen Gegensatze von Theorie und Praxis der letzteren fast allgemein der Preis zugesprochen wurde. Die Ueberzeugung von der hohen Bedeutung einer umfassenden wissenschaftlichen Grundlage war nur bei Wenigen vorhanden; aber selbst bei diesen Wenigen, zumal bei Lehrern technischer Wissenschaften, war diese Ueberzeugung kaum mehr, als eine richtige Ahnung, denn sie hatten selbst noch kaum in einigen Fällen den Weg gefunden, den Werth streng wissenschaftlicher Behandlung technischer Probleme durch augenfällige Resultate zu beweisen. Mehrfach hatten ausgezeichnete Gelehrte mit grossem Erfolge zwar vorgearbeitet; die reine Mechanik war zu einem hohen Grade der Ausbildung bereits gediehen, und selbst in einzelnen Theilen der angewandten Mechanik, besonders freilich solchen, welche zunächst und hauptsächlich dem Ingenieurfache dienstbar sind, war von Eytelwein, Navier, Poncelet u. A. schon Tüchtiges geleistet. Poncelet hatte auch die Maschinenlehre schon wissenschaftlicher anzugreifen an-

gefangen, als es bisher geschehen war, und selbst praktische Erfolge in diesem Bestreben errungen, wie das seinen Namen tragende, 1825 mit dem Montyon'schen Preise gekrönte Wasserrad beweist; im Ganzen aber standen alle jene Gelehrte, welche die Brücke von der reinen Mechanik zu den auf ihr beruhenden technischen Fächern so erfolgreich auszubauen unternahmen, der Maschinen-Technik zu fern, als dass sie zu einer wissenschaftlichen Zergliederung der Maschinenthätigkeit bis in deren kleinste Organe sich hätten angeregt und befähigt fühlen sollen. Dazu bedurfte es eines Mannes, welcher einen durchdringenden klaren Verstand nicht nur mit umfassenden wissenschaftlichen Kenntnissen und einem ausgebildeten Gefühl für räumliche Verhältnisse, sondern auch mit vollständiger Kenntniss der derbsten Praxis verband, der Art jedoch, dass der auf das Wesen der Dinge gerichtete philosophische Blick den Gegenstand fortwährend beherrschte, das Wesentliche vom Unwesentlichen, das Nothwendige vom Zufälligen stets sicher zu trennen wusste.

Ein solcher Mann war Ferdinand Redtenbacher. Nachdem er während seiner vierjährigen Stellung als Assistent am polytechnischen Institut in Wien seine Lehrgabe zu bethätigen angefangen und bei seinem wissenschaftlich-reformatorischen Streben für das Lehrfach als Lebensberuf sich entschieden hatte, wurde ihm, 24 Jahre alt, im Jahre 1833 Gelegenheit zur ersten selbständigen Stellung nach dieser Richtung hin geboten als Lehrer der Mathematik und des geometrischen Zeichnens an der damaligen höheren Industrieschule in Zürich, woselbst er zwei Jahre später

zum Professor der angewandten Mathematik ernannt wurde. Diese Stellung, in welcher er bis zum Jahre 1841 blieb, wurde ihm u. A. dadurch wichtig als Ergänzung der nöthigen Vorbedingungen für sein späteres reformatorisches Wirken im Gebiete des Maschinenbaufachs, dass sie ihm Gelegenheit bot, durch häufigen Verkehr in der noch heute rühmlich bekannten Maschinenfabrik von Escher & Wyss mit der Praxis und den Zeitbestrebungen des Maschinenbaues innig vertraut zu werden, die Mängel seiner empirischen Behandlung zu erkennen und jenen Schatz von Einzelheiten zu sammeln, die er später so fruchtbringend zu combiniren und zu verwerthen wusste.

So wissenschaftlich und praktisch vorbereitet, sich tragend mit Entwürfen, welche, theils schon mathematisch verarbeitet nur der letzten äusseren Gestaltung harrten, theils nur in einer reichen, ahnungsvollen, gestaltenden Phantasie lebten, alle aber getragen wurden von Ueberzeugungen, um so fester und nachhaltiger, als sie durch eigenes Nachdenken geschöpft waren aus dem reichen Quell eines seltenen Talents, so folgte Redtenbacher dem im Jahre 1841 an ihn ergangenen Rufe als Professor des Maschinenbaues und Vorstand der wenige Jahre zuvor gegründeten Maschinenbauschule des hiesigen Polytechnikums, dessen Ruf sich seitdem mit seiner 21jährigen Wirksamkeit an ihm unzertrennlich verknüpfte. Hier hatte er den Boden gefunden, auf dem er unbeschränkt der Aufgabe seines Lebens, die Wissenschaft in die Werkstätten der Maschinen-Industrie einführen zu helfen, durch Wort und Schrift in vollem Umfange sich widmen konnte.

Sein Wirken als Lehrer bin ich aus unmittelbarer Kenntniss zu schildern nicht im Stande. Alle aber, welche es kannten und insbesondere an sich selbst erprobten, sind einstimmig in dem Urtheile, dass seine Lehrgabe und der persönlich anregende Einfluss auf seine Schüler kaum ihres Gleichen finden mochten. Vermöge seines grossen Talents der Darstellung durch Wort und Zeichnung und der natürlichen Lebhaftigkeit seines Geistes verstand er es meisterhaft, die complicirtesten Maschinen und Processe vor den geistigen und leiblichen Augen der Schüler entstehen und sich entwickeln zu lassen und seine eigene tiefe Ueberzeugung von der Wahrheit seiner Lehre auf die Zuhörer zu übertragen; stets wusste er das Interesse rege zu erhalten, indem er auch an und für sich trockenen Gegenständen eine tiefere Bedeutung abzugewinnen vermochte und seinen vielfach aus mehrjähriger Praxis gekommenen Schülern ein ungeahntes Seelenleben der Maschinen zeigte, deren äussere Eigenschaften sie durch eigene Uebung kannten ohne an ihr inneres Kräftespiel weiter gedacht zu haben. Berücksichtigt man noch die grosse Zahl von Studirenden aller Länder, welche nach und nach ihre wissenschaftliche Ausbildung als Maschinenbauer unter Redtenbacher's Leitung erhielten und welche demnächst die erworbenen Kenntnisse und die empfangenen Anregungen fortwirken liessen in den industriellen Werkstätten aller Theile Deutschlands und selbst des Auslandes, so ist seine Wirksamkeit als Lehrer kaum zu hoch zu veranschlagen, und dennoch hat er gleichzeitig in noch höherem Grade seine Bedeutung bethätigt und

seinen Ruhm begründet durch jene ausgezeichnete schriftstellerische Thätigkeit, die er bald nach Antritt seiner hiesigen Stellung entfaltete.

Diese Werke, welche, grossentheils von unvergänglichem Werthe, alle aber originell und anregend, seit 1844 in kurzen Pausen auf einander folgten, sind in ihrer Gesammtheit das schönste und dauerndste Denkmal, welches Redtenbacher sich selbst gesetzt hat. Sie hatten nicht jene Unmittelbarkeit der Wirkung wie seine persönliche Lehrthätigkeit; denn obschon an die Gesammtheit der Fachgenossen und Techniker sich wendend, setzten sie doch meistens zu ihrem eingehenden Studium einen höheren Grad mathematischer Bildung und geistiger Anstrengung voraus, als bisher selbst von den gebildeteren Technikern durch die für sie bestimmten Fach-Schriften beansprucht zu werden pflegte, und so kam es, dass zum Theil jene Werke eine mehr mittelbare, gleichwohl sehr bedeutende Wirkung hatten, indem sie vorwiegend von den Lehrern der betreffenden und verwandter Fächer studirt und weiter verarbeitet wurden, während ausübende Techniker auf Grund der bereits feststehenden Autorität des Meisters mit seinen gesammelten Resultaten sich vielfach begnügten.

Alle Redtenbacher'schen Werke tragen den Stempel ausgeprägter Selbständigkeit; ihre Fassung und Durcharbeitung ist in mancher Hinsicht mustergültig für alle Zeiten, in anderen Beziehungen motivirt durch die Verhältnisse der Zeit, in der sie entstanden; dass sie auch Anschauungen und Entwickelungen darbieten, welche mit Grund sich anfechten lassen, selbst Irrthümer, die der

Berichtigung bedurften, wird Niemandes Hochachtung stören, welcher eine Ahnung hat von dem oft hohen Fluge des Genie's über lästige Hindernisse hinweg, die ein mehr bedächtiger Geist sorgfältiger zu prüfen und aus dem Wege zu räumen sich gedrungen gefühlt hätte, und es wird von Niemanden bedauert werden, der da weiss, wie die Fortschritte der Wissenschaft im Allgemeinen gesichert erscheinen erst in den Resultaten, welche die Probe des Kampfs widerstreitender Meinungen siegreich bestanden haben.

Vortrefflich verstand es Redtenbacher, im Eingange einer umfassenderen Untersuchung zuerst ohne allen mathematischen Apparat in das Wesen des zu untersuchenden Gegenstandes einzudringen, das Spiel der Kräfte, die Functionen der einzelnen Organe seiner Maschinen mit Worten zu schildern, so dass der Leser schon in allgemeinen Zügen die Resultate der nachfolgenden strengen mathematischen Entwickelung vorausahnt, ebenso wie dem ahnungsvollen Geiste des Verfassers der zum vorgesteckten Ziele führende Weg schon klar vorliegen mochte, bevor er mit dem Compass der mathematischen Analyse ausgerüstet die beschwerliche Reise antrat. Auch blieb ihm die mathematische Entwickelung, die analytische Verarbeitung seiner Gedanken, welche, während diese selbst fast spielend seinem Geiste entströmten, augenscheinlich ihm die grössere Anstrengung verursachte, immer nur Nebensache, nur Mittel zum Zweck; hatte sie ihm auf irgend einem Wege zu Erreichung desselben verholfen, so hat er sich wenig darum gekümmert, ob ein anderer

Weg vielleicht kürzer und eleganter dazu geführt hätte. Sind seine mathematischen Entwickelungen in Folge dessen nicht selten breit, so haben sie dafür das Gepräge der Ursprünglichkeit und Natürlichkeit und können besser vielleicht, als elegantere, aber künstlichere Methoden als Wegweiser zu ähnlichen Untersuchungen dienen. Der Trieb des Forschens und Schaffens in sachlicher Beziehung und die verhältnissmässige Gleichgültigkeit gegen die Sicherstellung des Erforschten in möglichst kurzer, abgerundeter, systematischer Form ging bei Redtenbacher so weit, dass er selbst bei späteren Auflagen seiner Werke es unterliess, gleichartige Untersuchungen, die bis zu einem gewissen Grade auf Grund allgemeinerer Voraussetzungen sich hätten zusammenfassen lassen, solcher Weise zu verschmelzen. Vielleicht auch mochte er glauben, dass eine mehr generalisirende Entwickelung, welche in ihrer Anlage eines höheren Grades mathematischer Abstraction bedurft hätte, weniger überzeugend gewirkt hätte auf den Leserkreis, an welchen er zumeist sich wenden wollte. Dem Techniker, befangen vielfach noch in seiner empirischen Uebung und Missachtung des Werthes einer streng wissenschaftlichen Behandlung der ihm vorliegenden Probleme, musste vor Allem gezeigt werden, was auf diesem Wege für die Praxis geleistet werden konnte; die Systematisirung der Resultate und Entwickelung kürzerer Methoden zu ihrer Ableitung konnte Anderen überlassen werden, nachdem das Material dazu geschaffen und zur Anerkennung gebracht sein würde.

So bringt es der natürliche Entwickelungsgang einer Wissenschaft oder einer geschichtlichen Periode derselben mit sich. Zunächst bedarf es genialer Männer, welche ihrem Trieb des Forschens und Schaffens unbekümmert um Nebenrücksichten, selbst bis zu einem gewissen Grade ohne ablenkende Beachtung der gleichzeitigen Leistungen Anderer sich frei überlassen; demnächst bedarf es anderer Männer, welche mit dem Trieb der Gelehrsamkeit und kritischen Vergleichung das vorhandene Wissen in sich vereinigen, verarbeiten und es geordneter, vollkommener reproduciren, als die ersten Forscher selbst es geschaffen hatten. Beiderlei Männer haben ihre hohen Verdienste, welche sich gegenseitig ergänzen. Redtenbacher ist vermöge seiner Anlage sowohl, als seines Bildungsganges vorwiegend ein Mann der ersten Art gewesen, und eines solchen Mannes bedurfte es gerade bei dem damaligen Zustande des Maschinenbaues; wäre er mehr das Zweite gewesen, wie es mit Unrecht wohl zuweilen gewünscht worden ist, so hätte er zum Schaden der Wissenschaft ohne Zweifel nur in geringerem Grade zugleich das Erste sein können.

Auf die schriftstellerischen Arbeiten Redtenbacher's im Einzelnen hier näher einzugehen, muss ich mir natürlich versagen; dagegen verlangt es allerdings meine Aufgabe, dass ich sie wenigstens mit allgemeiner Charakteristik an Ihrem Geiste vorüber ziehen lasse.

In richtiger Würdigung dessen, was vor Allem Noth that, lenkte Redtenbacher sein Hauptaugenmerk auf die rationellere Verwerthung der natürlichen Betriebskräfte,

auf die Gewinnung wissenschaftlich begründeter Regeln zur Construction der Kraftmaschinen. Die Dampfmaschine freilich, zu verhältnissmässig hohem Grade der Vollkommenheit schon durch Watt's geniale Schöpferkraft gestempelt, war auch in theoretischer Beziehung von Poncelet, Navier und zuletzt von Pambour so erfolgreich schon behandelt worden, als es der damalige Zustand der Physik ermöglichte. Ein wesentlicher Fortschritt war hier nur von dem Ausbau der Experimental-Physik der Dämpfe und der mechanischen Wärmetheorie zu erwarten; jener war eben erst namentlich von Regnault in Angriff genommen worden, und die mechanische Wärmetheorie beschränkte sich fast noch auf ihren Fundamentalsatz, die Aequivalenz von Wärme und Arbeit betreffend, welchen Mayer in Heilbronn erst 1842 in bestimmter Weise zuerst ausgesprochen hatte.

Desto grösser war die Ausbeute, welche die hydraulischen Motoren Redtenbacher's Forschung in Aussicht stellten. Hier war er unbeengt durch den mangelhaften Zustand der theoretischen Physik, worüber er so oft in vielleicht übertrieben bitterer Weise zu klagen sich gedrungen fühlte; hier handelte es sich nur um richtige Anwendung streng begründeter Gesetze der Mechanik, und es war eine Schranke gesetzt fast nur durch die wohl nie zu beseitigende Unmöglichkeit, das einzelne Wassertheilchen bei der Bewegung einer grösseren Wassermasse mit Sicherheit zu verfolgen. Die Maschinenfabrik von Escher & Wyss in Zürich, der wir einen so wesentlichen Einfluss auf Redtenbacher's praktische Richtung

zu verdanken haben, hatte von jeher durch den Bau hydraulischer Kraftmaschinen sich ausgezeichnet, und es wurden jetzt Redtenbacher's Bestrebungen in dieser Richtung besonders dadurch bestimmt, dass er die Ueberlegenheit erkannte, welche die vor Kurzem in die technische Praxis eingeführten Turbinen mehr und mehr über die älteren Wasserräder erringen mussten. Die 1833 preisgekrönte Fourneyron'sche Turbine war zwar vielfach mit gutem Erfolge ausgeführt worden, u. A. war die in der Geschichte des Maschinenbaues Epoche machende Ausführung dieses Systems zu St. Blasien im Schwarzwalde zur Ausnutzung eines bis dahin als unfassbar erschienenen Gefälles von über 100 Meter zum Staunen der technischen Welt gelungen, auch war bereits die seitenschlächtige Turbine, welche in der Folge sogar jener den Rang abzulaufen bestimmt war, seit 1841 mit Vortheil gebaut worden; gleichwohl war in Ermangelung einer genügenden Theorie jede neue Ausführung unter veränderten Umständen noch mehr oder weniger dem Zufall eines glücklichen Griffs anheimgegeben, und selbst die in ihrer allgemeinen Anlage auch heute nicht übertroffene Theorie, welche Poncelet 1838 aufgestellt hatte, konnte einen unmittelbaren Einfluss auf die Praxis nicht ausüben, weil es ihr an jener in's Einzelne gehenden Durcharbeitung, jener eingehenden und verständnissvollen Rücksichtnahme auf die praktischen Verhältnisse fehlte, wodurch Redtenbacher's **„Theorie und Bau der Turbinen"** sich auszeichnete, jenes Werk, womit er 1844 die Reihe seiner Publicationen eröffnete. Dass dieses Werk noch nicht

in jeder Hinsicht erschöpfend den Gegenstand behandelt, kann bei dessen Neuheit und stets wachsender Bedeutung nicht Wunder nehmen. Der im Schoosse unserer Erde als Kohle aufgespeicherte Vorrath an Kraft ist nicht unerschöpflich, und je mehr in progressivem Masse diese Schätze gehoben und verbraucht werden, desto eher wird die Zeit kommen, in der die Turbine, nachdem sie als hydraulische Kraftmaschine schon jetzt die erste Stelle errungen hat, auch selbst die Dampfmaschine vielfach wieder verdrängen muss. So sind schon jetzt, und es wird in der Folge noch mehr der Fall sein, erhöhte und verfeinerte Anforderungen an den Turbinenbau gestellt worden, an welche früher, als Redtenbacher sein Epoche machendes Werk publicirte, noch kaum gedacht werden konnte.

Ohne Zweifel hatte Redtenbacher, wenn er auch, der Zeitströmung folgend, mit seinem Turbinenwerke zuerst hervortrat, den älteren Wasserrädern schon früher seine eingehende Beachtung gewidmet und die Materialien zu dem Werke gesammelt, welches schon zwei Jahre später 1846 als **„Theorie und Bau der Wasserräder“** erschien und welches in mancher Beziehung sein vollkommenstes und am sorgfältigsten durchgearbeitetes Werk genannt werden darf. Der Bau dieser im engeren Sinne so genannten Wasserräder war durch eine in frühe Zeiten zurückreichende Praxis schon zu einem bedeutenden Grade der Vollkommenheit gediehen; gleichwohl fehlte es durchaus auch hier an einer erschöpfenden Theorie, welche die Beseitigung der verbliebenen Unvollkommenheiten und

Unsicherheiten auf feste Regeln hätte zurückführen können. Im Princip ist die Wirkungsweise der bewegenden Kraft, der Schwerkraft des Wassers, bei diesen Maschinen sehr einfach und konnte Gelehrten, welche, wie Poncelet, im Wesentlichen nur diese principielle Seite zu klären das keineswegs zu unterschätzende Verdienst und Talent hatten, kaum eine weitere Anregung und Ausbeute gewähren, nachdem das Poncelet'sche Rad mit seinem höchst rationellen und zur Turbine hinüberleitenden Princip geschaffen war. Desto grösser ist aber die Bedeutung, welche mancherlei Effectverluste und Nebenumstände in ihrer Gesammtheit gerade bei diesen Kraftmaschinen haben, und in ihrer lichtvollen Zergliederung hat hier Redtenbacher eine Virtuosität entfaltet, welche für alle Zeiten als Muster für ähnliche Untersuchungen dastehen wird.

Die beiden besprochenen Werke, welche in der Folge jedes eine zweite Auflage erlebten, haben Redtenbacher's Ruf vorwiegend begründet. Als Beweis dieser bereits anerkannten Autorität kann es gelten, dass die 1848 abermals nach einem Zwischenraume von zwei Jahren erschienenen **„Resultate für den Maschinenbau,“** obschon sie, zunächst zur Unterstützung des constructiven Unterrichts an unserer Schule bestimmt, nur als eine nackte Sammlung von Formeln, Regeln und Skizzen ohne Begründung erscheinen, doch sogleich auf Treue und Glauben die allgemeinste Anwendung, in ihren vier deutschen Auflagen und einer französischen Ausgabe den Weg in die Maschinenwerkstätten Deutschlands und selbst des Auslandes fanden. Manche der hier niedergelegten

Resultate haben inzwischen ihre Vervollkommnung und Ergänzung durch andere Forscher selbst noch zu Redtenbacher's Lebzeiten erhalten, und in der That wäre es ein trauriges Zeugniss des durch ihn selbst in so vorwiegendem Grade vermittelten wissenschaftlichen Fortschritts, wenn es sich anders verhielte; gleichwohl lebt Redtenbacher in seinen »Resultaten« auch heute noch als Autorität ersten Ranges im Fache des Maschinenbaues fort, und wenn ein Arbeiter in diesem Fache zu um so behutsamerem Vorgehen, zu um so mehr sorgfältiger Begründung sich verpflichtet fühlt, je mehr ein Resultat seiner Untersuchungen von Redtenbacher abweicht, so liegt darin der würdigste und höchste Beweis von Achtung, welche ein von selbständigem Streben beseelter Forscher einem Vorgänger zu zollen im Stande ist.

Die »**Principien der Mechanik und des Maschinenbaues,**« welche im Jahre 1852 den »Resultaten« folgten, zeigen Redtenbacher wesentlich in seiner Eigenthümlichkeit als Lehrer, und es ist begreiflich, dass begeisterte Schüler gerade diesem Buche als einem treuen Bilde des geliebten Lehrers eine ganz besondere Zuneigung und Achtung bewahren. Zu seiner unbefangenen Würdigung ist es nöthig, die Verhältnisse sich zu vergegenwärtigen, durch welche namentlich in der ersten Zeit seiner hiesigen Lehrthätigkeit Redtenbacher's Lehrgang bestimmt wurde, ein Gang, welcher indessen seiner Natur so sehr entsprach, dass er ihn beibehielt selbst als die Verhältnisse schon andere zu werden angefangen hatten. Nicht nur waren die Mittelschulen, in denen seine Zuhörer

ihre Vorbildung erfahren hatten, in höherem Grade, als selbst heute noch, vielfach unzureichend und verschiedenartig, sondern es waren selbst ältere Praktiker in grosser Zahl, welche, mit ganz elementaren Kenntnissen ausgerüstet, nach möglichst abgekürzter Ergänzung derselben in unseren unteren mathematischen Classen die Aufnahme in die Maschinenbauschule als das Ziel ihres Strebens zu erringen trachteten. Dass Redtenbacher mit solchen Elementen grossentheils seine Schule rekrutiren musste und bei der Aufnahme nicht zu wählerisch verfahren durfte, lag in den Verhältnissen der Zeit, die ich im Eingange meines Vortrags angedeutet habe. Solchen Schülern nun war Redtenbacher Alles in Allem, und was er aus ihnen gemacht hat, haben wir Ursache, ganz besonders mit Bewunderung anzuerkennen. Er begann seinen Unterricht mit einer Darstellung der für die Maschinenlehre wichtigsten Begriffe und Sätze der reinen Mechanik, wodurch er die Schüler zugleich an seine Anschauungs- und Behandlungsweise theoretischer Fragen gewöhnte, und liess darauf eine allgemeine Einleitung in die Maschinenlehre folgen, worin er auf meisterhafte Weise allgemeine Gesichtspunkte zur Beurtheilung der Maschinenthätigkeit entwickelte und durch philosophische Betrachtungen über das Wirken der Naturkräfte und deren beispielsweise Anwendung auf bekanntere Vorgänge das Interesse der Zuhörer in steter Spannung erhielt. Zu Ende dieser einleitenden Vorträge, deren Gesammtheit uns eben durch die besprochenen »Principien« aufbewahrt ist, hatte er dann eine Jüngerschaar sich herangebildet,

welche er nun die schwierigsten Wege weiter führen durfte, indem, was etwa der unzureichend gründlich und kritisch gebildete Verstand nur mangelhaft begreifen mochte, dafür die angeregte Phantasie dennoch lebhaft vor Augen sah. Ohne Zweifel hat eine solche Lehrmethode, bei welcher der Schüler gewissermassen aufgeht in der einzigen Persönlichkeit eines, wenn auch noch so hervorragenden Mannes, in ihrer Einseitigkeit auch ihre Mängel, und man wird es mir nicht verargen, wenn ich hier darauf hindeute zur Rechtfertigung, dass in dieser Hinsicht heute eine andere Auffassung und eine andere Uebung an unserer Maschinenbauschule Platz gegriffen hat. In mehrfacher Hinsicht sind seitdem die Verhältnisse andere geworden, und ich darf behaupten, dass es zum Theil Redtenbacher's eigenes Verdienst ist, wenn heute ein anderer Lehrgang befolgt werden kann und muss, als er ihn selbst befolgen musste und vermöge seiner umfassenden Beherrschung des Fachs in seiner Person vereinigen konnte.

Im folgenden Jahre 1853 zeigte sich Redtenbacher in seiner Schlagfertigkeit und seiner die Zeitfragen beherrschenden Ueberlegenheit durch eine kleinere Gelegenheitsschrift: »**die Luft-Expansionsmaschine,**« welche in demselben Jahre noch in zweiter Auflage erscheinen konnte. Kaum hatten die Zeitungen Kunde gebracht von einem Schiffe, welches, durch eine neue, auf der Expansion erhitzter Luft beruhende Maschine getrieben, aus Amerika in England eintreffen würde, so fand Redtenbacher sich angeregt, eine schon vor Jahren über ein solches Kraftmaschinen-System begonnene Unter-

suchung dem in Zweifel und Spannung versetzten technischen Publikum vorzulegen, worin er jenem System ein Prognostikon stellte, das bis heute sich vollkommen bewahrheitet hat.

Im Jahre 1855 kam der reformatorische Trieb Redtenbacher's auf's Neue in einem grossen, von staunenswerther Weitsicht und Arbeitskraft zeugenden Werke zur Erscheinung, in seinen »**Gesetzen des Locomotivbaues.**« Die Eigenthümlichkeit dieses Werkes liegt hauptsächlich in der eingehenden Berücksichtigung, welche hier den geheimnissvollen sogenannten störenden Bewegungen der Locomotive zu Theil wird, die verursacht werden durch die relative Lagenänderung gewisser Massenbestandtheile der Maschine während ihres Ganges in Verbindung mit der Eigenthümlichkeit des geometrischen Zusammenhangs, der Wirkung der Federn und den auf den Unvollkommenheiten der Bahn beruhenden Einflüssen. Diese störenden Bewegungen sind zweierlei Art, theils solche, an denen die ganze Locomotive mit Rädern und Achsen Theil nimmt, theils solche, welche nur die an den Federn hängende Hauptmasse betreffen; die ersteren hatte man schon früher durch Balancirungsmassen an gewissen Stellen der Triebräder unschädlich zu machen verstanden, die letzteren dagegen, deren Untersuchung sich ungleich grössere Schwierigkeiten entgegenstellen, waren noch gänzlich unerforscht, und es ist Redtenbacher's Verdienst, sie zuerst einer umfassenden Prüfung unterworfen und auf die Folgerungen hingewiesen zu haben, welche aus ihren Gesetzen sich für den rationellen Bau der Locomotive

entnehmen liessen. Freilich sind dem Verfasser gerade in diesem Theile seines Werkes Irrthümer der analytischen Behandlung nachgewiesen worden, durch deren Beseitigung seine Resultate wesentlich modificirt wurden der Art, dass dadurch die ganze Untersuchung zu einem Probleme gestempelt wurde, dessen endgültige und vollständige Lösung der Zukunft anheimgegeben ist. Immerhin bleibt abgesehen von manchen anderen werthvollen Untersuchungen, die das in Rede stehende Werk enthält, das Verdienst der lichtvollen Anregung anzuerkennen und der kühne Geist zu bewundern, mit welchem Redtenbacher auch vor den grössten Schwierigkeiten nicht zurückschreckte, wo es den Versuch galt, das geheimnissvolle Spiel der Kräfte zu ergründen und durch entsprechende Gestaltung der Verhältnisse den Zwecken des Menschen dienstbar zu machen.

Auf die 1857 erfolgte Publication der **Bewegungsmechanismen,** welche Redtenbacher zunächst als Modelle zum Zwecke des Unterrichts mit Vorliebe und nach theilweise ihm eigenthümlichen Ideen nach und nach durch den geschickten Mechaniker unserer Schule hatte ausführen lassen, eines Werkes, an welches sich 1861 eine neue Folge anschloss, das ich aber als weniger wesentlich zur Charakteristik der wissenschaftlichen Stellung und Verdienste Redtenbacher's hier nur kurz erwähne, folgte in demselben Jahre wieder ein grösseres Werk als die Frucht von Gedanken, deren allmählige Gestaltung bis in ein frühes Lebensalter Redtenbacher's zurückzuführen ist: »**das Dynamidensystem,**« mit welchem er, seinem naturphilosophischen Drange folgend, zur Lösung der

grossen Aufgabe beizutragen suchte, die als Endziel allen Naturwissenschaften vorschwebt: der Zurückführung aller Erscheinungen der materiellen Welt auf die Gesetze der Mechanik. Die nähere Veranlassung zu einer solchen Abschweifung von derjenigen Richtung wissenschaftlicher Forschung, in deren Verfolgung Redtenbacher bisher so Grosses geleistet hatte, lag für ihn in der ihm unzureichend erscheinenden Grundlage für eine durchgreifende Reform auch derjenigen Theile des Maschinenbaues, die nicht sowohl, wie die hydraulischen Motoren, auf der Ausnutzung der in der Bewegung endlicher Massen zur Erscheinung kommenden, sondern vielmehr solcher Kräfte beruhen, welche, wie bei den Wärme-Erscheinungen, zunächst nur mittelbar durch die Zustände der Körper sich bethätigen, indem sie mit ihren Trägern, den vorausgesetzten kleinsten constituirenden Massentheilchen, der unmittelbaren Wahrnehmung sich entziehen. In Anbetracht des hypothetischen Charakters aller weiter gehenden Forschungen hat die angewandte Mechanik inzwischen mit einem Mittelwege und zwar mit dem besten Erfolge sich vorläufig zufrieden gestellt, indem sie namentlich in Betreff der hier vorzugsweise in Frage kommenden mechanischen Wärmetheorie von der Annahme des Fundamentalsatzes der Aequivalenz von Wärme und Arbeit auf Grund der Voraussetzung ausging, dass die Wärme das Resultat irgend einer Bewegungsart kleinster Massentheilchen sei, ohne aber die Art dieser Bewegung selbst weiter zu berücksichtigen. Redtenbacher genügte dieser für technische Zwecke vorläufig allein zugängliche Mittelweg nicht, und so entstand

sein Dynamidensystem, dessen nähere Besprechung ausserhalb des Bereichs meines Vortrages liegt, welcher nur des Verstorbenen Verdienste um den Maschinenbau zu schildern sich zur engeren Aufgabe gesetzt hat.

In sachlichem Zusammenhange mit vorgenanntem Werke schloss sich daran 1861 eine kleinere Schrift: **»die anfänglichen und gegenwärtigen Erwärmungszustände der Weltkörper,«** und es folgte dann endlich 1862 der erste Band von Redtenbacher's letztem Werke: »**der Maschinenbau,**« welches in 3 Bänden, die Brücke von den »Principien« zu den »Resultaten« bildend, das Wesentliche seiner Vorträge über den speciellen Maschinenbau enthalten sollte. Der Tod ereilte ihn am 16. April 1863 während des Drucks des zweiten Bandes, dessen Vollendung ebenso wie demnächst die Herausgabe des dritten Bandes von meinem verehrten Collegen in der Nachfolge des zu früh Dahingeschiedenen, seinem mehrjährigen Assistenten und Mitarbeiter, unter Benutzung der hinterlassenen Manuscripte besorgt wurde. Es ist dieses Werk zu betrachten als eine Zusammenfassung des für den Maschinenbau-Techniker Wichtigsten der umfangreichen, in früheren Werken zerstreuten Untersuchungen, mit Weglassung solcher weiteren mathematischen Ausführungen, die mehr für den Forscher als für den ausübenden Techniker bestimmt waren, dagegen mit manchen Zusätzen bereichert, zu deren Publication sich früher keine Veranlassung geboten hatte, oder welche des Verfassers letzte gereifteste Ansichten enthalten. Somit erhöht es weniger auf's Neue seine Bedeutung als Forscher,

als es vielmehr seinem Berufe als Lehrer und Verbreiter wissenschaftlicher Ausübung des Maschinenbaues die letzte, krönende Bethätigung verleiht. —

Indem ich es somit versucht habe, das reiche wissenschaftliche Leben und Wirken eines hochbegabten und rastlos strebenden Mannes in allgemeinen Zügen zu schildern, habe ich es geflissentlich vermieden, dabei der Männer ausdrücklich zu gedenken, welche gleichzeitig auf denselben Gebieten verdienstlich und erfolgreich gearbeitet haben. Dass während einer mehr, als 20jährigen Thätigkeit und in einer Zeit, die durch grosse Aufgaben so vielfach anregend wirkte, Redtenbacher's wissenschaftliche Leistungen in seinem Fache nicht vereinzelt bleiben würden, ist eben so begreiflich, als ich es meinem Berufe und dem Zwecke meines Vortrags nicht entsprechend halten durfte, eine abwägende Vergleichung der relativen Verdienste des Todten und noch lebender Forscher auf gleichen Gebieten mir zuzumuthen, welche überhaupt erst einer späteren Zeit wohlanstehen dürfte. Der grosse Umfang, den unser Fach erreicht hat, gestattet vielen Kräften, sich neben einander zu bethätigen, und es wird Redtenbacher's Ruhm nicht geschmälert werden, wenn eine spätere umfassende Würdigung aller gleichzeitigen Leistungen auch seinen mitstrebenden Zeitgenossen ihren gebührenden Platz in der Geschichte der Wissenschaft anweisen wird.

Unsere Schule aber, indem sie sein Denkmal als ein theueres anvertrautes Gut zu empfangen im Begriffe ist, hat vor Allen Ursache, das Andenken des Todten in

Ehren zu halten. Möge insbesondere der Maschinenbauschule sein Bild, wie es äusserlich vor diesem Hause errichtet ist, auch geistig ihr ein Vorbild bleiben ernsten Strebens zu den höchsten Zielen wissenschaftlich-technischen Fortschritts!



Druck von Schatt & Ralsberger in Mannheim.





